

REVOLVER TYPE INSERTION LIGHT SOURCE

Publication number: JP2001143899

Publication date: 2001-05-25

Inventor: KITAMURA HIDEO; OKADA SHIGEMASU; MURAKAMI YUTAKA

Applicant: RIKAGAKU KENKYUSHO; SUMITOMO SPEC METALS; SUMIJIYUU TEC KK

Classification:

- international: G21K1/093; H05H7/14; H05H13/04; G21K1/00; H05H7/14; H05H13/04; (IPC1-7): H05H13/04; G21K1/093; H05H7/14

- european:

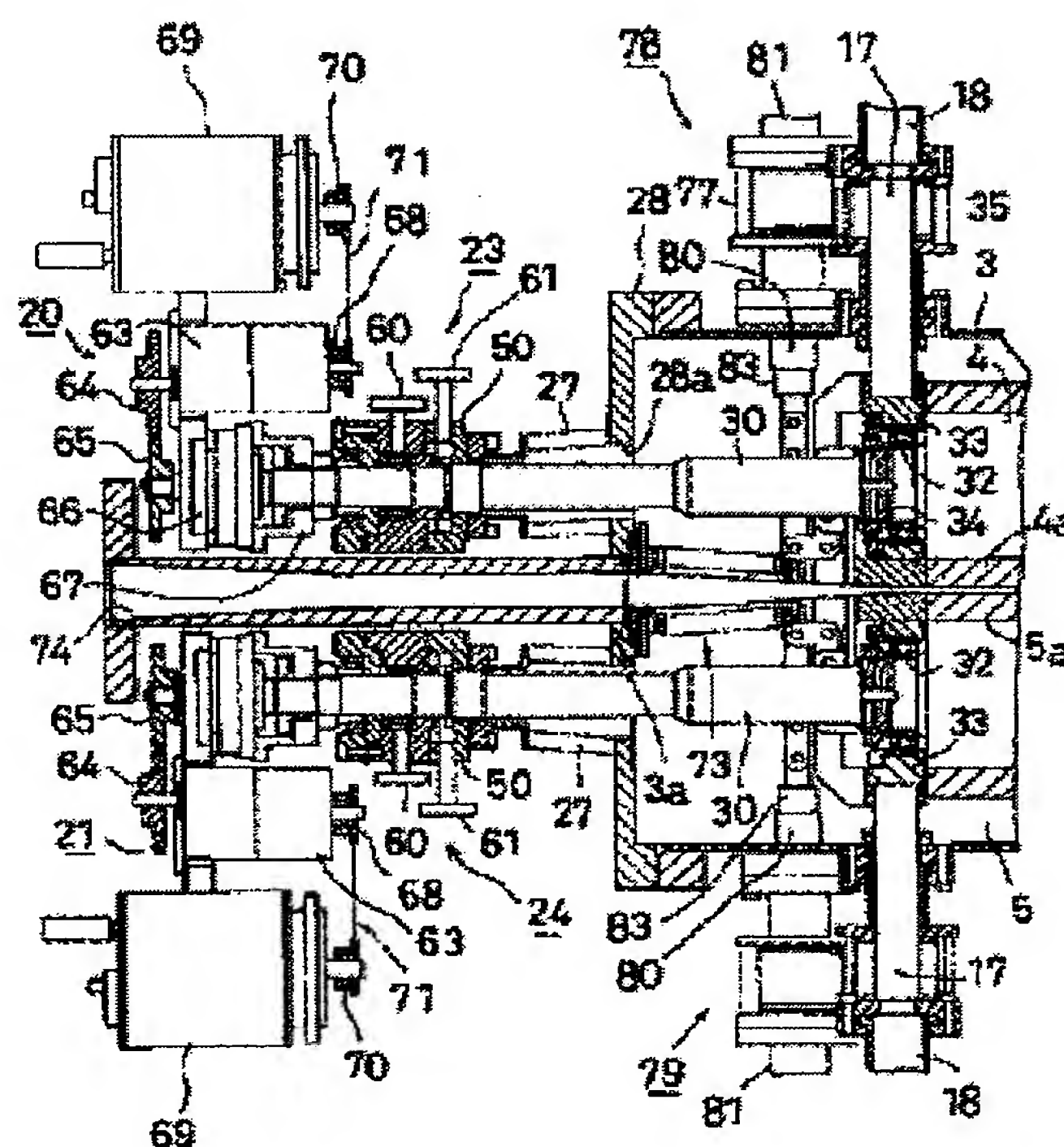
Application number: JP19990321282 19991111

Priority number(s): JP19990321282 19991111

Report a data error here

Abstract of JP2001143899

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact light source inserted in a revolver type that produces light of relatively high brightness. **SOLUTION:** The light source comprises a first and a second support 4 and 5 with a plurality of magnets 4a and 5a arranged in columns around their peripheries, gap formed between the first and second magnet columns 4a and 5a selected by rotating the first and second supports 4 and 5, vacuum chamber 3 for sealing the magnet columns 4a and 5a, rotational drive mechanisms 20 and 21 for rotating the first and second supports 4 and 5 to select one of the first and second magnet columns, and linear drive mechanisms for linearly moving the first and second supports 4 and 5 to change the gap. The rotational and 1 linear mechanisms are mounted on the outside of the vacuum chamber 3 in the atmosphere.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 H 13/04		H 0 5 H 13/04	F 2G085
			C
G 2 1 K 1/093		G 2 1 K 1/093	Z
H 0 5 H 7/14		H 0 5 H 7/14	
審査請求 未請求 請求項の数 1 2 O L		(全 1 4 頁)	

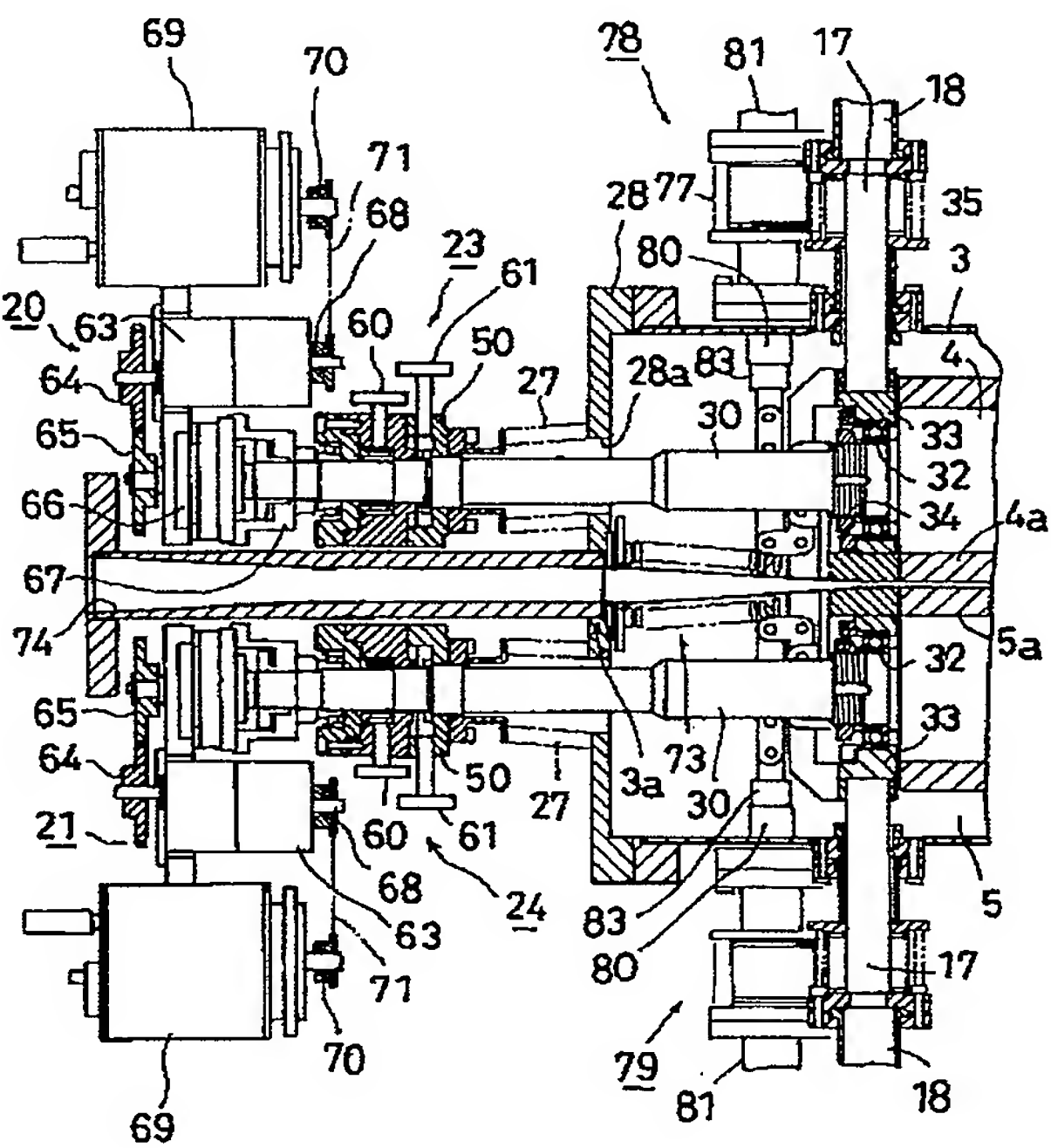
(21) 出願番号	特願平11-321282	(71) 出願人	000006792 理化学研究所 埼玉県和光市広沢2番1号
(22) 出願日	平成11年11月11日 (1999. 11. 11)	(71) 出願人	000183417 住友特殊金属株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号
		(71) 出願人	000145448 株式会社住重テック 岡山県倉敷市玉島乙島8231番地
		(74) 代理人	100092266 弁理士 鈴木 崇生 (外4名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 リボルバー式挿入光源

(57) 【要約】

【課題】 装置全体の小型化に寄与できると共に従来よりも高輝度光を得ることのできるリボルバー式挿入光源を提供すること。

【解決手段】 多数の磁石が列状に配置された第1、第2磁石列4a、5aが円周方向に沿って取り付け支持された第1、第2支持体4、5と、第1、第2支持体4、5を回転することにより複数の第1、第2磁石列4a、5aのうちの1つを選択し、選択された第1、第2磁石列4a、5aとの間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、複数の第1、第2磁石列4a、5aを真空封止する真空槽3と、第1、第2磁石列4a、5aの選択をするために第1、第2支持体4、5を回転駆動する回転駆動装置20、21と、ギャップ間隔を変更するために第1、第2支持体4、5を直線駆動する直線駆動装置とを備え、回転駆動装置と直線駆動装置が真空槽3の外側の大気中に設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多数の磁石が列状に配置された第 1 磁石列と、

この第 1 磁石列の複数が円周方向に沿って取り付け支持された第 1 支持体と、

多数の磁石が列状に配置された第 2 磁石列と、

この第 2 磁石列の複数が円周方向に沿って取り付け支持された第 2 支持体と、

前記第 1 支持体を回転することにより前記複数の第 1 磁石列のうちの 1 つを選択すると共に、前記第 2 支持体を回転することにより前記複数の第 2 磁石列のうちの 1 つを選択することにより、これら選択された前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、

前記複数の第 1 磁石列と前記複数の第 2 磁石列とを真空封止する真空槽と、

前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列の選択をするために前記第 1 支持体及び前記第 2 支持体を回転駆動する回転駆動装置と、

前記ギャップ空間のギャップ間隔又は位置を変更するために前記第 1 支持体及び前記第 2 支持体を直線駆動する直線駆動装置とを備え、

前記回転駆動装置と前記直線駆動装置が前記真空槽の外側の大気中に設けられていることを特徴とするリボルバー式挿入光源。

【請求項 2】 前記回転駆動装置は、前記第 1 支持体を回転駆動する第 1 回転駆動装置と、前記第 2 支持体を回転駆動する第 2 回転駆動装置を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 3】 前記直線駆動装置は、前記第 1 支持体を直線駆動する第 1 直線駆動装置と、前記第 2 支持体を直線駆動する第 2 直線駆動装置とを備えていることを特徴とする請求項 2 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 4】 前記第 1 直線駆動装置により上下方向に移動する第 1 移動ベースと、

この第 1 移動ベースと前記第 1 支持体とを連結する第 1 連結機構と、

前記第 2 直線駆動装置により上下方向に移動する第 2 移動ベースと、

この第 2 移動ベースと前記第 2 支持体とを連結する第 2 連結機構とを備え、

前記第 1 移動ベースに前記第 1 回転駆動装置が支持され、前記第 2 移動ベースに前記第 2 回転駆動装置が支持されることを特徴とする請求項 3 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 5】 前記第 1 支持体と前記第 2 支持体にそれぞれ一体形成された回転駆動軸と、

この回転駆動軸の前記真空槽から突出する部分に設けられたベローズ継手と、

このベローズ継手の軸方向外側に軸方向に沿って順に配

置された第 2 真空軸シール室及び第 1 真空軸シール室とを備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 6】 前記ベローズ継手の内部空間と前記第 2 真空軸シール室との境界部分に、耐熱性及び耐放射線性を有する合成樹脂製のシールリングが前記回転駆動軸の外周部に設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 7】 前記合成樹脂はポリイミドであることを特徴とする請求項 6 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 8】 前記シールリングの前記回転駆動軸の外周部に対する押圧力を調整可能に構成していることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 9】 前記真空槽内に前記回転駆動軸を支持するベアリングを備え、前記ベアリングの少なくとも転がり接触部分に金被膜が施されていることを特徴とする請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 10】 前記第 1 磁石列及び前記第 2 磁石列の列方向の端部と、前記真空槽の電子ビームが導入される開口部との間のビーム路を滑らかに接続するためのビーム路形状変換部が備えられ、

このビーム路形状変換部が前記第 1 磁石列及び第 2 磁石列の前記端部に押圧される状態と、前記端部から切り離される状態とに切り換えるための着脱装置が設けられていることを特徴とする請求項 4 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 11】 前記着脱装置は、前記第 1 移動ベースに支持される第 1 着脱装置と、前記第 2 移動ベースに支持される第 2 着脱装置とからなることを特徴とする請求項 10 に記載のリボルバー式挿入光源。

【請求項 12】 前記第 1 支持体と前記第 2 支持体は、それぞれ、その軸線方向の両側に前記回転駆動軸が形成されていると共に、その軸芯を貫通する冷却水通過往路と冷却水通過復路が形成され、

一方の側の前記回転駆動軸の前記真空槽から突出した部分に設けられた冷却水導入部を備え、

この冷却水導入部から導入された冷却水を前記冷却水通過往路を通過させて他方の側の回転駆動軸の前記真空槽から突出した部分にまで導くと共に反転させ、この反転された冷却水を前記冷却水通過復路を通過させて前記一方の側の前記回転駆動軸の前記真空槽から突出した部分に設けられた冷却水排出部から排出するように構成されていることを特徴とする請求項 5 ～ 11 のいずれか 1 項に記載のリボルバー式挿入光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リボルバー式挿入光源に関するものであり、特に磁石列を真空槽に真空封

止する技術に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】真空中において光速近くまで加速された電子ビームが磁界中で曲げられると、電子ビームの移動軌跡の接線方向に放射光を発生し、これをシンクロトロン放射光と呼んでいる。このようなシンクロトロン放射光を発生させる光源を、電子貯蔵リング（電子ビーム蓄積リング）の直線部に設置し、高指向性、高強度、高偏光性などの特性を生かした種々の技術の実用化のための研究が行われている。今日の電子貯蔵リングには、より

高いビーム電流、より小さなビーム断面積による高輝度光源である挿入光源（アンジュレータ）が複数設けられている。

【0 0 0 3】ここで、挿入光源にはリボルバー式と呼ばれるものがあり、これは、多数の磁石が列状に配置された第 1 磁石列と、この第 1 磁石列の複数が円周方向に沿って取り付け支持された第 1 支持体と、多数の磁石が列状に配置された第 2 磁石列と、この第 2 磁石列の複数が円周方向に沿って取り付け支持された第 2 支持体とを備えている。そして、第 1 支持体を回転することにより複

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術におけるリボルバー式挿入光源は、第 1、第 2 磁石列が取り付け支持された第 1、第 2 支持体が大気中に配置され、ギャップ空間に真空槽を配置して、この真空槽内を電子ビームが通過するようにしていた。したがって、ギャップ間隔を短くして装置を小型化したり高輝度光を得ようとしても、ギャップ空間の真空槽を配置しなければならないことから自ずと限界があった。本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、装置全体の小型化に寄与できると共に従来よりも高輝度光を得ることのできるリボルバー式挿入光源を提供することである。

【0 0 0 5】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明に係るリボルバー式挿入光源は、多数の磁石が列状に配置された第 1 磁石列と、この第 1 磁石列の複数が円周方向に沿って取り付け支持された第 1 支持体と、多数の磁石が列状に配置された第 2 磁石列と、この第 2 磁石列の複数が円周方向に沿って取り付け支持された第 2 支持体と、前記第 1 支持体を回転することにより前記複

2 支持体を回転することにより前記複数の第 2 磁石列のうち 1 つを選択することにより、これら選択された前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、前記複数の第 1 磁石列と前記複数の第 2 磁石列とを真空封止する真空槽と、前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列の選択をするために前記第 1 支持体及び前記第 2 支持体を回転駆動する回転駆動装置と、前記ギャップ空間のギャップ間隔又は位置を変更するために前記第 1 支持体及び前記第 2 支持体を直線駆動する直線駆動装置とを備え、前記回転駆動装置と前記直線駆動装置が前記真空槽の外側の大気中に設けられていることを特徴とするものである。

【0 0 0 6】この構成によると、真空槽の内部に複数の第 1 磁石列及び第 2 磁石列が封止されている。したがって、選択された第 1 磁石列と第 2 磁石列との間のギャップ空間を従来に比べて小さくすることができ、装置全体の小型化に寄与できると共に従来よりも高輝度光を得ることのできるリボルバー式挿入光源を提供することができた。

【0 0 0 7】なお、前記第 1 支持体及び前記第 2 支持体を回転駆動する回転駆動装置は、真空槽の外側の大気中に設けられており、これによって複数ある第 1 磁石列と第 2 磁石列のうちの任意のものを選択することができる。また、前記第 1 支持体と第 2 支持体とを直線駆動する直線駆動装置も大気中に設けられており、これにより、ギャップ間隔又は位置を変更することができる。例えば、回転駆動装置を作動させるときに、第 1 磁石列と第 2 磁石列との干渉を防ぐために、直線駆動装置を作動させてギャップ間隔を広げるようにする。

【0 0 0 8】本発明の好適な実施形態として、前記回転駆動装置は、前記第 1 支持体を回転駆動する第 1 回転駆動装置と、前記第 2 支持体を回転駆動する第 2 回転駆動装置を備えているものがあげられる。この構成によると、第 1 支持体と第 2 支持体とをそれぞれ独立して回転駆動することができるので、各支持体を個別に精度良く位置決め制御することができる。

【0 0 0 9】本発明の別の好適な実施形態として、前記直線駆動装置は、前記第 1 支持体を直線駆動する第 1 直線駆動装置と、前記第 2 支持体を直線駆動する第 2 直線駆動装置とを備えているものがあげられる。この構成によると、第 1 支持体と第 2 支持体とをそれぞれ独立して直線駆動することができるので、ギャップ間隔及びギャップ位置を精度良く設定することができる。

【0 0 1 0】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記第 1 直線駆動装置により上下方向に移動する第 1 移動ベースと、この第 1 移動ベースと前記第 1 支持体とを連結する第 1 連結機構と、前記第 2 直線駆動装置により上下方向に移動する第 2 移動ベースと、この第 2 移動ベースと前記第 2 支持体とを連結する第 2 連結機構とを備え、前記第 1 移動ベースに前記第 1 回転駆動装置が支持

10

20

30

40

50

され、前記第 2 移動ベースに前記第 2 回転駆動装置が支持されるものがあげられる。

【0011】この構成によると、第 1 直線駆動装置により第 1 移動ベースを上下方向に移動させ、この第 1 移動ベースの移動により第 1 連結機構を介して第 1 支持体を上下方向に移動させることができる。そして、この第 1 移動ベースに第 1 回転駆動装置が支持されているから、第 1 支持体の上下移動に連動して第 1 回転駆動装置も上下移動させることができる。したがって、第 1 支持体の上下動に関わらず、常に第 1 回転駆動装置からの駆動力を適切に第 1 支持体に対して伝達させることができる。また、第 1 回転駆動装置を上下動させるための機構を専用に設ける必要がないから、上記構成によりコスト低減に寄与することができる。以上の点は、第 2 移動ベース、第 2 直線駆動装置、第 2 回転駆動装置に関しても同様である。

【0012】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記第 1 支持体と前記第 2 支持体にそれぞれ一体形成された回転駆動軸と、この回転駆動軸の前記真空槽から突出する部分に設けられたベローズ継手と、このベローズ継手の軸方向外側に軸方向に沿って順に配置された第 2 真空軸シール室及び第 1 真空軸シール室とを備えているものがあげられる。

【0013】所望の高輝度光を得るためには、真空槽の内部を超高真空に維持する必要がある。しかも、大気中に設けられた回転駆動装置、直線駆動装置により真空槽内部の第 1 支持体、第 2 支持体を回転、直線駆動させる必要がある。そのために、まず、各支持体に一体形成された回転駆動軸が真空槽から突出する部分にベローズ継手を設けることで、各支持体の上下移動を可能にしている。このベローズ継手の内部空間は真空槽の内部と連通した超高真空となっており、さらに、このベローズ継手の軸方向外側に軸方向に沿って順に（少なくとも）第 2 真空軸シール室、第 1 真空軸シール室を配置する。このように、（少なくとも）二段の差動排気システムを採用することにより、真空槽内部を超高真空に保持した状態で、各支持体を大気中に設けられた回転駆動装置により回転させることができた。

【0014】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記ベローズ継手の内部空間と前記第 1 真空軸シール室との境界部分に、耐熱性及び耐放射線性を有する合成樹脂製のシールリングが前記回転駆動軸の外周部に設けられているものがあげられる。真空槽及びベローズ継手の内部の超高真空を保持しつつ回転駆動軸を回転できるようにするには、ベローズ継手の内部空間と第 2 真空軸シール室との境界部分であって、回転駆動軸の外周部にシールリングを設ける必要がある。ただし、シールリングの素材として通常のゴムを用いたのでは、ゴムの性能劣化等により所望の超高真空を維持することができない。真空槽内部を超高真空とするための過熱排気時のベーキ

ング温度に耐え、しかも、放射線にさらされる条件下での使用に耐えるような耐熱性及び耐放射線性を有する合成樹脂をシールリングの素材として採用することにより、所望の超高真空を維持することができる。かかる合成樹脂としては例えばポリイミドが好ましくは採用される。

【0015】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記シールリングの前記回転駆動軸の外周部に対する押圧力を調整可能に構成しているものがあげられる。これによって、真空槽の内部を常時、所望の超高真空に維持できるようにすることができる。

【0016】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記真空槽内に前記回転駆動軸を支持するベアリングを備え、前記ベアリングの少なくとも転がり接触部分に金被膜が施されているものがあげられる。真空槽内は超高真空であるから、そこに用いられるベアリングに潤滑油を使用することはできない。そこで、ベアリングの少なくとも転がり接触部分に金被膜を施すことにより、無潤滑でベアリングを使用することができ、所望の超高真空を維持することができる。金被膜を作成する技術としては、メッキ、イオンプレーティング、蒸着、スパッタリング等があげられる。

【0017】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記第 1 磁石列及び前記第 2 磁石列の列方向の端部と、前記真空槽の電子ビームが導入される開口部との間のビーム路を滑らかに接続するためのビーム路形状変換部が備えられ、このビーム路形状変換部が前記第 1 磁石列及び第 2 磁石列の前記端部に押圧される状態と、前記端部から切り離される状態とに切り換えるための着脱装置が設けられているものがあげられる。

【0018】真空槽内にその開口部を通じて電子ビームが導入される場合に、そのビーム路の断面形状は略楕円形となっている。一方、選択された第 1 磁石列と第 2 磁石列との間に形成されるギャップ空間におけるビーム路の断面形状は略長方形である。したがって、楕円形の断面形状と長方形の断面形状を滑らかにつなぐためにビーム路形状変換部が設けられる。このビーム路形状変換部は、通常は、第 1 磁石列と第 2 磁石列の列方向の端部に押圧されている状態である。これは、第 1、第 2 磁石列に発生する電流をビーム路形状変換部を介してアースに逃がすために設けられているものであるが、ビーム路形状変換部が各磁石列の端部に押圧された状態だと、第 1、第 2 支持体を回転駆動することが困難である。そこで、着脱装置を設けて、ビーム路形状変換部を各磁石列の端部から切り離すことができるようにすることで、第 1、第 2 支持体をスムーズに回転させることができる。

【0019】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記着脱装置は、前記第 1 移動ベースに支持される第 1 着脱装置と、前記第 2 移動ベースに支持される第 2 着脱装置とからなるものがあげられる。着脱装置を第 1、第

2 着脱装置に分けて、それぞれを第 1、第 2 移動ベースに支持させるようにすることで、第 1、第 2 支持体が直線駆動装置により上下駆動されたとしても、着脱装置の着脱機能を常に適切に保持することができる。

【0 0 2 0】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記第 1 支持体と前記第 2 支持体は、それぞれ、その軸線方向の両側に前記回転駆動軸が形成されていると共に、その軸芯を貫通する冷却水通過往路と冷却水通過復路が形成され、一方の側の前記回転駆動軸の前記真空槽から突出した部分に設けられた冷却水導入部を備え、この冷却水導入部から導入された冷却水を前記冷却水通過往路を通過させて他方の側の回転駆動軸の前記真空槽から突出した部分にまで導くと共に反転させ、この反転された冷却水を前記冷却水通過復路を通過させて前記一方の側の前記回転駆動軸の前記真空槽から突出した部分に設けられた冷却水排出部から排出するように構成されているものがあげられる。

【0 0 2 1】高輝度光の発生に伴い第 1、第 2 支持体は加熱されてくるので冷却をする必要があるが、これら各支持体は真空槽内部に設けられていることから、冷却機構には特別の配慮が必要となる。そこで、第 1、第 2 支持体にその軸線方向の両側にそれぞれ回転駆動軸を一体形成する。そして、一方の側の回転駆動軸から他方の側の回転駆動軸へと軸芯を貫通するように冷却水通過往路と冷却水通過復路からなる冷却水通路を形成する。

【0 0 2 2】冷却水は一方の側の回転駆動軸の真空槽から突出した（大気中に露出した）部分に冷却水導入部を設けて、ここから冷却水を導入する。導入された冷却水は、冷却水通過往路を通過して他方の側の回転駆動軸の真空槽から突出した部分まで導き、ここで反転させる。冷却水通路における反転させる場所はナット等により封止しておく。また、この反転させる場所は真空槽の外側であるから、仮に水漏れがあったとしても超高真空に対して影響を与えなくてすむ。反転した冷却水は、冷却水通過復路を通過して再び、一方の側の回転駆動軸の真空槽から突出した部分に戻り、冷却水排出部から排出される。

【0 0 2 3】以上のように、真空槽内部の超高真空性能に影響を与えることなく、真空槽内部に設けられた第 1、第 2 支持体及びこれらに取り付け支持された第 1、第 2 磁石列を冷却させることができる。

【0 0 2 4】

【発明の実施の形態】<リボルバー式挿入光源の全体構成>本発明に係るリボルバー式挿入光源の好適な実施形態を図面を用いて説明する。図 1 は、リボルバー式挿入光源の全体構成を示す正面図、図 2 は、同じく側面図である。このリボルバー式挿入光源 R は、床面に設置される共通ベース 1 と、この共通ベース 1 の上に組み付けられる門型の本体フレーム 2 と、内部が超高真空に維持される真空槽 3 とを備えている。真空槽 3 は、支持機構 1

6 により共通ベース 1 に対して固定して取り付けられている。

【0 0 2 5】真空槽 3 の内部には、多数の磁石列が列状に配置された第 1 磁石列の 4 つが円周方向に沿って取り付け支持された第 1 支持体 4 と、同じく多数の磁石列が列状に配置された第 2 磁石列の 4 つが円周方向に沿って取り付け支持された第 2 支持体 5 とが配置される。この磁石列の構成に関して図 3 で説明する。

【0 0 2 6】<磁石列の構成>図 3 は、磁石列の構成を模式的に示す図である。第 1 支持体 3 には、断面が正方形であり、円周方向に沿って等間隔に第 1 磁石列 a, b, c, d が取り付け支持されている。第 2 支持体 4 にも同様に第 2 磁石列 e, f, g, h が取り付け支持されている。これら第 1、第 2 支持体 3, 4 をそれぞれ回転させることにより、特定の第 1、第 2 磁石列を選択することができる。選択された第 1、第 2 磁石列の間には電子ビームが通過するギャップ空間が形成されている。図 3 では、第 1 磁石列 d と第 2 磁石列 h とが選択されている。

【0 0 2 7】ここで磁石列の構成を説明すると、第 1 磁石列 a においては主磁石列 M 1 と、この主磁石列 M 1 の両側に補助磁石列 M 2, M 3 が配置されている。第 2 磁石列 e に関しても同様に主磁石列 M 4 と、補助磁石列 M 5, M 6 が配置されている。図 3 に示すように各磁石列は、多数の磁石が列状に配置されている。主磁石列 M 1, M 2 の間には吸引力が作用して、この吸引力が第 1、第 2 支持体 3, 4 をひずませるので、この吸引力を打ち消すような反発力を補助磁石列 M 2, M 5 及び M 3, M 6 により発生させるようにしている。これにより、第 1、第 2 支持体 3, 4 の変形を防止して所望のギャップ間隔 δ が得られるようにしているのである。第 1、第 2 支持体 3, 4 の断面形状は正方形に限らず、六角形、八角形等の正多角形を採用して、より多くの磁石列を搭載できるように構成しても良い。なお、この磁石列に関しての更なる詳細は、特願平 1 1 - 8 1 8 3 号に開示されている。

【0 0 2 8】図 1, 2 に戻り、本体フレーム 2 の上部には、第 1 支持体 4 を上下方向に直線駆動させるための第 1 直線駆動装置 6 が設けられており、共通ベース 1 の内部には第 2 支持体 5 を上下方向に直線駆動させるための第 2 直線駆動装置（不図示）が設けられている。これら第 1、第 2 直線駆動装置は、真空槽 3 内部で向かい合っている第 1 磁石列と第 2 磁石列との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間の間隔や位置を変更するためのものである。また、第 1、第 2 直線駆動装置は、それぞれ独立して駆動させることができる。

【0 0 2 9】第 1 直線駆動装置 6 の概略を説明すると、本体フレーム 2 の上部に設けられたパルスモータ 7 と、減速機 8, 9（減速機 9 は一対設けられている。）と、減速機 9 の下方に設けられたボールネジ 1 0 と、ボール

ナット 11 と、ボールネジ 10 の両端を支持する一対のベ어링 12 が備えられている。ボールナット 11 に連結されたサドル 13 がリニアガイドにより上下方向にスムーズに移動可能に設けられており、このサドル 13 に対して更に上側 I ビーム 14 (第 1 移動ベースに相当する。) が組み付けられている。なお、下側 I ビーム 15 に関しても同様に構成されている。

【0030】上側 I ビーム 14 と、第 1 支持体 4 との連結は、昇降用シャフト 17、熱伝導抑止用のサポータ 18、リニアガイド 19 (これらは、第 1 連結機構に相当する。) により行なわれている。下側 I ビーム 15 と、第 2 支持体 5 との連結を行なう第 2 連結機構も同様の構成である。

【0031】また、第 1 支持体 4 を回転駆動するための第 1 回転駆動装置 20 と、第 2 支持体 5 を回転駆動するための第 2 回転駆動装置 21 とがそれぞれ設けられており、第 1、第 2 支持体 4、5 は、それぞれ独立して回転駆動させることが可能である。また、第 1 回転駆動装置 20 は、上側 I ビーム 14 に対してリニアガイド 22 を介して取り付け支持されており、第 2 回転駆動装置 21 は、下側 I ビーム 15 に対してリニアガイド 22 を介して取り付け支持されている。つまり、第 1、第 2 支持体 4、5 の上下移動に連動して第 1、第 2 回転駆動装置 20、21 も連動して上下移動する。なお、リニアガイド 22 を介して取り付け支持するのは、真空槽 3 の超高真空立ち上げ時における加熱排気の際に第 1、第 2 支持体 4、5 の熱膨張に対してスライド移動できるようにするためである。

【0032】以上の構成によると、第 1 直線駆動装置 6 のパルスモータ 7 を駆動してボールネジ 10 を回転させることで、上側 I ビーム 14 を上下移動させ、これにより第 1 支持体 4 を上下移動させることができる。また、真空槽 3 の内部に第 1、第 2 磁石列を配置しているから、ギャップ間隔を 0.3~0.8 mm 程度まで縮めることが可能となる。ギャップ間隔を狭くすると、電子ビームの軌道が上下方向に変動した場合に、ギャップ空間の位置を追従して調整する必要があるが、直線駆動装置を上下の第 1、第 2 直線駆動装置に分けて、第 1、第 2 支持体 4、5 をそれぞれ独立して上下移動させることができるようにすることで、上記の調整を可能にしている。

【0033】回転駆動装置 20、21 により、真空槽 3 の内部にある第 1、第 2 支持体 4、5 に対して超高真空を保持しつつ回転を伝達するために二段式差動排気機構を備えており、これは真空槽 3 の外側に設けられた一対の上側差動排気機構 23 と、同じく一対の下側差動排気機構 24 とから構成されている。詳しくは後述するが、これにより駆動軸部の確実な真空シールを実現している。上側差動排気機構 23 は、支持フレーム 25 とリニアガイド 26 により上側 I ビーム 14 に支持されてい

る。下側差動排気機構 24 は、同じく支持フレーム 25 とリニアガイド 26 により下側 I ビーム 15 に支持されている。

【0034】<二段式差動排気機構の詳細構成>次に、二段式差動排気機構 23、24、回転駆動装置 20、21 等の詳細を説明する。図 4 は、図 1 の左側に位置するリボルバー式挿入光源の構成を示す図である。図 5 は、図 1 の右側に位置するリボルバー式挿入光源の構成を示す図である。図 6 は、差動排気機構の詳細構成を示す図である。図 7 は、シールリングの構成を示す拡大図である。図 4 と図 5 において回転駆動装置 20、21 が設けられている点を除いて、その他の構造は基本的に同様である。

【0035】第 1 支持体 4 及び第 2 支持体 5 の軸線方向の両側には、それぞれ、回転駆動軸 30、31 が一体形成されている。第 1、第 2 支持体 4、5 のたわみ変形を最小に押さえるために、各支持体 4、5 の両端部のすぐ外側の位置に一対のベ어링 32 を設けている。このベ어링 32 は、金メッキが施された転がり軸受であり、無潤滑により各支持体 4、5 を支持しており、真空槽 3 内部に摩耗粉が飛散しないように構成している。

【0036】また、ベ어링 32 は、昇降用シャフト 17 の端部に固定された軸受チョック 33 に対して軸受固定用ナット 34 により固定されている。つまり、昇降用シャフト 17 の上下移動により各支持体 4、5 を上下移動させることができる。また、昇降用シャフト 17 の周囲には公知のベローズ継手 35 を設けている。これにより、真空槽 3 の内部を超高真空に維持した状態で昇降用シャフト 17 の上下移動を許容している。

【0037】また、真空槽 3 の両端部には、真空槽開口部蓋 28 が設けられており、この真空槽開口部蓋 28 の開口部 28a と各差動排気機構 23、24 との間に ICF フランジ方式のベローズ継手 27 を設けている。真空槽 3 の内部とベローズ継手 27 の内部とは連通した超高真空状態となっている。

【0038】さて、真空槽 3 の内部は、 10^{-11} Torr のレベルであると共に、真空槽 3 における第 1、第 2 磁石列のギャップ間隔の位置決め精度は 0.005 mm、回転角度の位置決めは 0.002° のレベルの高精度が要求される。しかも、第 1、第 2 磁石列 4a、5a (第 1、第 2 支持体 4、5) を回転駆動するための回転駆動装置 20、21 は、真空槽 3 の外部の大気中にある。したがって、各支持体 4、5 を回転させるための回転駆動軸 30、31 の軸周りを真空シールする機構は重要な技術となる。

【0039】そのために、本発明においては二段式の差動排気機構 23、24 を採用している。これを、図 6、7 を中心として説明する。つまり、この二段式の差動排気機構 23 は、初段目真空軸シール室 (第 1 真空軸シール室に相当する。) 40 と、二段目真空軸シール室 (第

2 真空軸シール室に相当する。) 41 とを備えている。真空槽 3 及びベローズ継手 27 の内部は、三段目の真空シール室に相当し、真空槽 3 の内部は、 9×10^{-11} Torr 以下の超高真空環境に維持される。初段目真空軸シール室 40 における真空排気の圧力レベルはターボ分子ポンプによる排気レベルとし、二段目真空軸シール室 41 における真空排気のレベルをイオンポンプによる排気レベルとする。第 1 支持体 4 から軸方向に突出した回転駆動軸 30 の軸線方向に沿って、真空槽 3 の外側にベローズ継手 27 が配置され、さらにその軸方向外側に二段目真空軸シール室 41 が配置され、更にその軸方向外側に初段目真空軸シール室 40 が配置されるようにしている。

【0040】初段目真空軸シール室 40 の蓋としての機能を有する軸受ハウジング 42 が回転駆動軸 30 の外周部に設けられ、この軸受ハウジング 42 に形成された凹部に円錐コロ軸受 43 が軸受止め輪 44 により固定されている。また、回転駆動軸 30 の外周と軸受ハウジング 42 との間には、耐熱性と耐放射線性を有する O リング 46 が設けられている。さらに、円錐コロ軸受 43 の外側には押圧力調整ナット 45 が設けられている。

【0041】初段目真空軸シール室 40 を構成するハウジング 47 が、軸受ハウジング 42 に隣接して設けられており、その凹部に針状コロ軸受 48 が軸受止め輪 49 により固定されている。軸受ハウジング 42 は、ボルト 51 によりハウジング 47 に対して締結されている。軸受ハウジング 42 とハウジング 47 との間には、固定用で耐熱性・耐放射線性を有する O リング 52 が設けられている。また、ハウジング 47 と回転駆動軸 30 との間には、運動用（回転駆動軸 30 が回転摺動する。）で耐熱性・耐放射線性を有する O リング 53 が設けられている。

【0042】二段目真空軸シール室 41 を構成するハウジング 50 が、ハウジング 47 とベローズ継手 27 との間に設けられている。ハウジング 50 内には、特殊形状をしたシールリング 55 と、ハウジング 50 内にシールリング 55 をボルト 57 により取り付けるシールリング押え蓋 56 とが設けられている。ハウジング 50 は、ボルト 58 によりハウジング 47 に対して締結される。ハウジング 47 とハウジング 50 との間の壁面には、固定用で耐熱性・耐放射線性を有する O リング 54 が設けられている。

【0043】二段目真空軸シール室 41 の低圧側は、ベローズ継手 27 により、真空槽 3 の両側に設けられた真空槽開口部蓋 28 に対して接続しており、これによって真空槽 3 の内部を所望の超高真空に保持するようにしている。ベローズ継手 27 は、ボルト 59 によりハウジング 50 に対して締結されている。

【0044】初段目真空軸シール室 40 には、初段目真空排気口としての ICF フランジ 60 が設けられてお

り、ターボ分子ポンプ系の配管が接続される。この初段目真空軸シール室 40 においては、ターボ分子ポンプにより真空排気できる高真空圧領域の真空レベルを維持する。

【0045】二段目真空軸シール室 41 は、初段目真空軸シール室 40 との差圧による回転駆動軸部分の真空シールを行なうものであり、O リング 53 からの真空リークや、初段目、二段目真空軸シール室 40, 41 の間に設けられた O リング 52 からの真空リークや、二段目真空軸シール室 41 を構成する部品や材料の表面や内部からの脱ガス等をイオンポンプにより加熱排気する。二段目真空軸シール室 41 には、二段目真空排気口としての ICF フランジ 61 が設けられており、イオンポンプ系の配管が接続される。これにより、二段目真空軸シール室 41 の内部を超高真空状態に維持する。

【0046】二段目真空軸シール室 41 と真空槽 3 の内部とは、図 7 にその形状が詳細に示される、特殊形状のシールリング 55 により別々の真空室として仕切られている。図 7 に示すように、回転駆動軸 30 の大径部 30a と小径部 30b とをつなぐ 45 度の傾斜部 30c があり、この部分にシールリング 55 が押しつけられている。シールリング 55 には、傾斜押圧部 55a と垂直押圧部 55b とが形成されており、垂直押圧部 55b はシールリング押え蓋 55 によりハウジング 50 の垂直面に押圧されている。また、傾斜押圧部 55a は押圧力調整ナット 45 (図 6 参照) により、回転駆動軸 30 の傾斜部 30c に押圧される。

【0047】シールリング 55 は、真空槽 3 の内部を 9×10^{-11} Torr 以下の超高真空を維持するために耐超高真空性を有するとともに、超高真空とするための加熱排気時のベーキング温度に耐える耐熱性を有し、また放射線にさらされる条件下での使用に耐える耐放射線性を有する必要がある。さらに、シールリング 55 は、無潤滑での耐摩耗性が良好で、高温におけるクリープが小さく、超高真空中での耐ガス放出性優れていて、機械要素としての物性（引張り強さ、伸び、曲げ強さ、曲げ弾性率、圧縮弾性率、圧縮応力-歪特性、疲労限界等の特性）に優れ、また、優れた機械加工性を持ち合わせた材料であることが要求される。そこで、本発明では、かかるシールリング 55 の素材として図 7 に示される特殊形状に加工したポリイミド樹脂を選択した。

【0048】先ほど説明したように、ポリイミド製のシールリング 55 を回転駆動軸 30 の傾斜部 30c に押圧する場合の押圧力の調整は、押圧力調整ナット 45 により行なうものである。この押圧力調整ナットは、差動排気機構 23 を構成している、軸受ハウジング 42 と、ハウジング 47, 50 の全体を軸方向から押すことにより押圧力を調整するようにしている。そして、シールリング 55 の傾斜押圧部 55a から真空リークが発生した場合においても、大気中に設けた押圧力調整ナット 45 の

増し締めにより、傾斜部 30c への押圧力を増加させることができるので、容易に真空リークを止めることができる。なお、シールリング 55 の形状は図 7 の構成に限定されることなく、回転駆動軸 30 との当接部の形状等に応じて選定することが望ましい。

【0049】円錐コロ軸受 43 は、上述した押圧力によるスラスト荷重、および、回転駆動軸 30 と差動排気機構 23 との間に発生するラジアル荷重を受ける。また、初段目真空軸シール室 40 に設けられた針状コロ軸受 48 は、円錐コロ軸受 43 と共に回転駆動軸 30 の軸芯に対して差動排気機構 23 の軸芯とを同芯となし、ラジアル荷重を回転支持する。さらに、針状コロ軸受 48 は、ポリイミド製のシールリング 55 を回転駆動軸 30 の傾斜部 30c に押し付ける際の差動排気機構 23 の軸芯方向への微小運動（わずかな滑り移動）に対する案内の役割も有する。

【0050】なお、針状コロ軸受 48 は超高真空環境内で使用されるので、グリス等の潤滑油の使用は厳禁され、かつ、軸受からのガス放出をなくすために無潤滑での使用を可能にするため金メッキが施されたものを使用している。これは、他の真空槽 3 内で用いられるベアリングについても同様である。

【0051】なお、真空槽 3 の内部に設けられたベアリング 32 と、差動排気機構 23 に設けられた円錐コロ軸受 43 と、針状コロ軸受 48 とはその軸芯が同一直線上に存在するように、きわめて精度良く回転駆動軸 30 に支持されている。これまでの説明では、上側の差動排気機構 23 に関して説明してきたが、下側の差動排気機構 24 に関してしても同じ構成である。また、各差動排気機構 23, 24 は、各支持体 4, 5 の両側に設けられているが、これらの構成についても同じである（図 4、図 5 参照）。

【0052】＜回転駆動装置＞次に回転駆動装置について説明する。図 4 に示されるように、第 1 回転駆動装置 20 は、バックラッシュレスのギヤードパルスモータ 63 と、ギヤードパルスモータ 63 の出力軸に取り付けられた第 1 ギヤ 64 と、第 1 ギヤ 64 と噛み合い回転軸芯が回転駆動軸 30 にある第 2 ギヤ 65 と、ハーモニックドライブ減速機構 66 と、バックラッシュレスのカップリング 67 とを備えている。これにより、パルスモータ 63 を駆動することで、回転駆動軸 30、即ち、第 1 支持体 4 及び第 1 磁石列 4a を回転させることができる。

【0053】また、ギヤードパルスモータ 63 の出力軸とは反対側に設けられたスプロケット 68 と、絶対値型のロータリエンコーダ 69 に設けられたスプロケット 70 とにチェーン 71 が巻回されている。このロータリエンコーダ 69 により、ギヤードパルスモータ 63 の高精度の回転制御を行なうことができる。

【0054】第 2 回転駆動装置 21 も同じ構成を備えており、パルスモータ 63 を駆動することで、回転駆動軸

30、即ち、第 2 支持体 5 及び第 2 磁石列 5a を回転させることができる。

【0055】＜各支持体の昇降機構＞すでに説明したが、第 1 支持体 4 と昇降用シャフト 17 との連結部の機構を図 10 に拡大して示す。第 1 支持体 4 と一体形成された回転駆動軸 30 が設けられ、回転駆動軸 30 を支持するためのベアリング 32 が取り付けられる軸受チョック 33 が設けられる。軸受チョック 33 は、昇降用シャフト 17 と一体的にネジ機構により連結されている。ベアリング 32 は、軸受固定用ナット 34 により軸受チョック 33 に固定される。

【0056】＜着脱装置＞次に、ビーム路形状変換部の着脱装置について説明する。図 4 に示される様に、電子ビームは左側からビーム通路 74 を通じて導入され真空槽 3 の開口部 3a に至る。この開口部 3a においては、ビーム径は略楕円形状となっている。この電子ビームは、第 1 支持体 4 において選択されている第 1 磁石列 4a と第 2 支持体 5 において選択されている第 2 磁石列 5a の間のギャップ空間に導かれるが、このギャップ空間においてビーム径の断面形状は略長方形である。したがって、ビーム径の断面形状が楕円形から長方形にスムーズにつながるようにビーム路形状変換部 73 を設けている。

【0057】このビーム路形状変換部 73 の機能としては上記のほか、電子ビームによる発熱を抑制するための冷却機能と、第 1、第 2 磁石列 4a, 5a に発生する電流をビーム路形状変換部 73 を介してアースに逃がす機能も有している。そのため、ビーム路形状変換部 73 の端部は、第 1、第 2 磁石列 4a, 5a の端部 M に押圧するようにしている。

【0058】ところが、第 1、第 2 支持体 4, 5 を回転駆動させようとする、ビーム路形状変換部 73 を押圧しているために、このままでは回転させることができない。そこで、ビーム路形状変換部 73 を各磁石列 4a, 5a の端部に押圧される状態と、端部から切り離される状態とに切り換えるための着脱装置を設けている。

【0059】このビーム路形状変換部 73 の詳細形状を図 13 に示す。この図では、通路形成部 75 と、この通路形成部 75 の外周に設けられている冷却用パイプ 76 とが示されている。通路形成部 75 は、ベリリウム銅の薄板を材料としており、これに数カ所のスリット切り込みを行なって帯状材の集合構造とし、これにより楕円形状と長方形形状を滑らかに接続している。図 4 においては、図 13 に示されるビーム路形状変換部 73 が上下に設けられている。

【0060】着脱装置は、上側に位置する第 1 着脱装置 78 と、下側に位置する第 2 着脱装置 79 とに分かれており（図 4 参照）、第 1 着脱装置 78 は上側 I ビーム 14 に支持されており、第 2 着脱装置 79 は下側 I ビーム 15 に支持されている。これにより、第 1、第 2 支持体

4, 5の上下移動に連動して第1、第2着脱装置78, 79を上下移動させることができる。なお、第1着脱装置78と第2着脱装置79とは同じ構成である。

【0061】<着脱装置の具体的構成>図8は、第1着脱装置78の一部を示す正面図、図9は、第1着脱装置79の残りの一部を示す図、図11は、第1着脱装置78におけるリンク機構を示す側面図、図12は、リンク機構の構成を示す斜視図である。エアークチュエータを構成するピストンロッド82の下端に熱伝導抑止サポータ81が連結され、さらに熱伝導抑止サポータ81の下端に昇降用シャフト80が連結されている。

【0062】次にリンク機構の詳細を説明する。図11、図12に示されるように、このリンク機構は、昇降用シャフト80の下部に連結される、門型の形状をした2列リンク同期用の駆動ブラケット83と、上側の第1揺動リンク87と、下側の第2揺動リンク88と、第1、第2揺動リンク87, 88を同期駆動させる駆動リンク85と、駆動リンク85と駆動ブラケット83とを連結するための連結揺動リンク84と、第1、第2揺動リンク87, 88の揺動支点を定義するための支持フレーム86と、ビーム路形状変換部73の着脱プレートを駆動するための駆動リンク89とを備えている。

【0063】支持フレーム86は、その支持部86aが軸受チョック33に固定されている。支持フレーム86に、第1、第2揺動リンク87, 88の揺動支点87a, 88aが設けられているが、これは固定された支点である。第1揺動リンク87の一方の腕部は支点87bにて、第2揺動リンク88の一方の腕部は支点88bにて、それぞれ相対的に揺動可能に駆動リンク85に支持されている。連結揺動リンク84は、その一端部が支点84aにより駆動ブラケット83に、他端部が支点84bにより駆動リンク85に、それぞれ相対的に揺動可能に支持されている。また、駆動リンク89には一対の第1腕部89aと第2腕部89bが形成されており、第1腕部89aの支点89cに第1揺動リンク87の他方の腕部が、第2腕部89bの支点89dに第2揺動リンク88の他方の腕部が、それぞれ相対的に揺動可能に支持されている。

【0064】図11に示すように、駆動リンク89は溶接等の適宜の手法によりビーム路形状変換部73と着脱プレート90と連結している。この図11においては、着脱プレート90の端部と第1磁石列4aの端部との間に隙間Δが形成されており、第1支持体4を回転できる状態である。

【0065】昇降用シャフト80を上下移動させると、第1、第2揺動リンク87, 88を揺動支点87a, 88a周りに揺動させる。これにより、駆動リンク89を水平方向に移動させる。駆動リンク89の水平方向の移動に連動して、着脱プレート90も水平移動する。このとき、駆動リンク85も水平移動しようとするが、連結

揺動リンク84を設けることにより、駆動リンク85の水平移動を可能にしている。なお、昇降用シャフト80の一部を取り囲むようにベローズ継手77を設けており、これにより真空槽3内を超高真空に維持したまま昇降用シャフト80を上下移動可能にしている。

【0066】したがって、着脱プレート90を端部Mに押圧したり、端部Mから切り離したりした状態とを切り換えることができる。つまり、ビーム路形状変換部73は、着脱プレート90を介して第1、第2磁石列4a, 5aの端部Mに押圧されたり、端部Mから切り離されたりすることになる。なお、隙間Δとしては1~2mm程度で良い。

【0067】なお、図示はされていないが、リンク機構を構成する各支点には、金メッキされた転がり軸受が採用されている。これにより、超高真空環境での無潤滑支持を可能としている。

【0068】<エアークチュエータの構成>次に、図9により第1着脱装置78におけるエアークチュエータの構成を示す。図9に示される機構は、図8に示される機構の上側に位置する。このエアークチュエータは、円筒状に形成された第1ブラケット92と、この第1ブラケット92の下端部にボルト94により締結される第2ブラケット93と、第1ブラケット92の上端部に設けられたシリンダカバー95とを備えている。また、ピストンロッド82の上端部に設けられた押圧力調整ネジ96と、押圧力調整ネジ96のすぐ下側に設けられたピストン97と、ピストン97と第2ブラケット93との間に作用する圧縮バネ98とを備えている。

【0069】シリンダカバー95と第1ブラケット92と接合部の間にはOリング99が設けられている。ピストン97の外周面と第1ブラケット92の間にはピストンシール100が、ピストン97の内周面とピストンロッド82との間にはロッドシール101が、それぞれ設けられている。第2ブラケット93の内周面とピストンロッド82との間にはダクトシール102が設けられている。第1ブラケット92の上方側面部には圧縮空気を導入するための供給ポート92aが形成されている。また、第1ブラケット92の下方側面部には排気ポート92bが設けられている。圧縮力調整ネジ96により圧縮バネ98の圧縮力及び着脱プレート90を着脱する際のストロークを調整することができる。

【0070】第2ブラケット93のすぐ下側にベース103が設けられており、両者はボルト104により締結されている。また、ベース103には、ピストンロッド82をガイドするための案内ブッシュ105が設けられている。なお、上記ベース103と案内ブッシュ105は、ピストンロッド82の下側にも設けられている(図8参照)。

【0071】以上の構成により、供給ポート92aから圧縮空気を導入することにより、ピストンロッド82を

押し下げることができる。図 9 は、ピストンロッド 8 2 が押し下げられた状態を示す。これにより、サポータ 8 1 と昇降用シャフト 8 0 も下方に押し下げられる。これにより、図 1 1 において、第 1、第 2 揺動リンク 8 7、8 8 を揺動支点 8 7 a、8 8 a 周りに反時計方向に回転させる。これに連動して、駆動リンク 8 9 は図 1 1 の左方向に移動するように作用するので、着脱プレート 9 0 が第 1 磁石列 4 a の端部 M から離脱する。また、圧縮空気を供給しない状態では、圧縮バネ 9 8 のバネ力によりピストンロッド 8 2 は上方に押しやられる。これにより、着脱プレート 9 0 は端部 M に押圧させられる。

【0 0 7 2】＜支持体の冷却機構＞第 1、第 2 支持体 4、5 を冷却するために冷却水通路が設けられている。ここで、第 1、第 2 支持体 4、5 は、真空槽 3 の内部に取り付けられていることから、冷却水通路を構成する際には特別な配慮が必要となる。図 1 4 により本発明特有の冷却機構について説明する。図 1 4 (a) は、第 1 支持体 4 の断面図であり、(b) は、冷却水通路の側面図を示す。

【0 0 7 3】すでに説明したように、第 1 支持体 4 の軸線方向の両側には回転駆動軸 3 0、3 1 が一体形成されている(図 4、5 参照)。この一体化された回転駆動軸 3 0、3 1 及び第 1 支持体 4 の軸芯を貫通するように冷却水通路用の貫通穴が形成されている。

【0 0 7 4】上記貫通穴にパイプ 3 7 が設けられ、放射方向に突出した 4 本の支持部 3 7 a により第 1 支持体 4 に支持されている。パイプ 3 7 の内部は冷却水通過往路 3 7 b として機能し、外側は冷却水通過復路 3 7 c として機能する。長手状のパイプ 3 7 の一端部には冷却水が導入される冷却水導入部 I が設けられており、また、そのすぐ近傍に冷却水排出部 O が設けられている。冷却水導入部 I と冷却水排出部 O は、回転駆動軸 3 1 の真空槽 3 から突出した部分に設けられており(図 5 参照)、大気中から冷却水の導入・排出を行なうことができる。

【0 0 7 5】また、各磁石列を回転駆動するときには冷却水の供給源は回転してはいけないので、図 1 4 (b) に示すように固定された冷却水分配箱 3 9 を設けている。この冷却水分配箱 3 9 には、冷却水を導入する導入部 3 9 a と、冷却水を排出する排出部 3 9 b とが形成されており、さらに、回転駆動軸 3 1 の外周面との間には水漏れ防止用の O リング 3 9 c が設けられている。

【0 0 7 6】冷却水導入部 I から導入された冷却水は、冷却水通過往路 3 7 b を通過して、第 1 支持体 4 の内部を通過してもう一方の側の回転駆動軸 3 0 の端部に到達する。この端部には冷却水通路封止用の蓋部材 3 8 が設けられている。冷却水はこの部分で反転し、冷却水通過復路 3 7 c を通過して、冷却水排出部 O から排出される。蓋部材 3 8 は、回転駆動軸 3 1 の真空槽 3 から突出した部分、つまり大気中に設けられている。このように、真空槽 3 の超高真空性能に影響を与えることなく第

1 支持体 4 の冷却を行なうことができる。

【0 0 7 7】＜別実施形態＞本実施形態に用いられているベアリングは金メッキが施されているが、メッキ以外にイオンプレーティング、蒸着、スパッタリング等により金被膜を施すようにしてもよい。

【0 0 7 8】

【発明の効果】以上のように本発明の構成によると、真空槽 3 の内部に複数の第 1 磁石列及び第 2 磁石列が封止されている。したがって、選択された第 1 磁石列と第 2 磁石列との間のギャップ空間 δ を従来に比べて小さくすることができ、装置全体の小型化に寄与できると共に従来よりも高輝度光を得ることのできるリボルバー式挿入光源 P を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施形態に係るリボルバー式挿入光源の構成を示す正面図

【図 2】実施形態に係るリボルバー式挿入光源の構成を示す側面図

【図 3】磁石列の構成を模式的に示す図

【図 4】図 1 の左側に位置するリボルバー式挿入光源の構成を示す図

【図 5】図 1 の右側に位置するリボルバー式挿入光源の構成を示す図

【図 6】差動排気機構の詳細構成を示す図

【図 7】シールリングの構成を示す拡大図

【図 8】第 1 着脱装置の一部を示す正面図

【図 9】第 1 着脱装置の残りの一部を示す図

【図 1 0】支持体の昇降機構を示す拡大図

【図 1 1】第 1 着脱装置におけるリンク機構を示す側面図

【図 1 2】リンク機構の構成を示す斜視図

【図 1 3】ビーム路形状変換部の詳細を示す図

【図 1 4】支持体の冷却機構の構成を示す図

【符号の説明】

3 真空槽

4 第 1 支持体

4 a 第 1 磁石列

5 第 2 支持体

5 a 第 2 磁石列

6 第 1 直線駆動装置

1 4 上側 I ビーム

1 5 下側 I ビーム

2 0 第 1 回転駆動装置

2 1 第 2 回転駆動装置

2 3 差動排気機構

2 4 差動排気機構

2 7 ベローズ継手

3 0、3 1 回転駆動軸

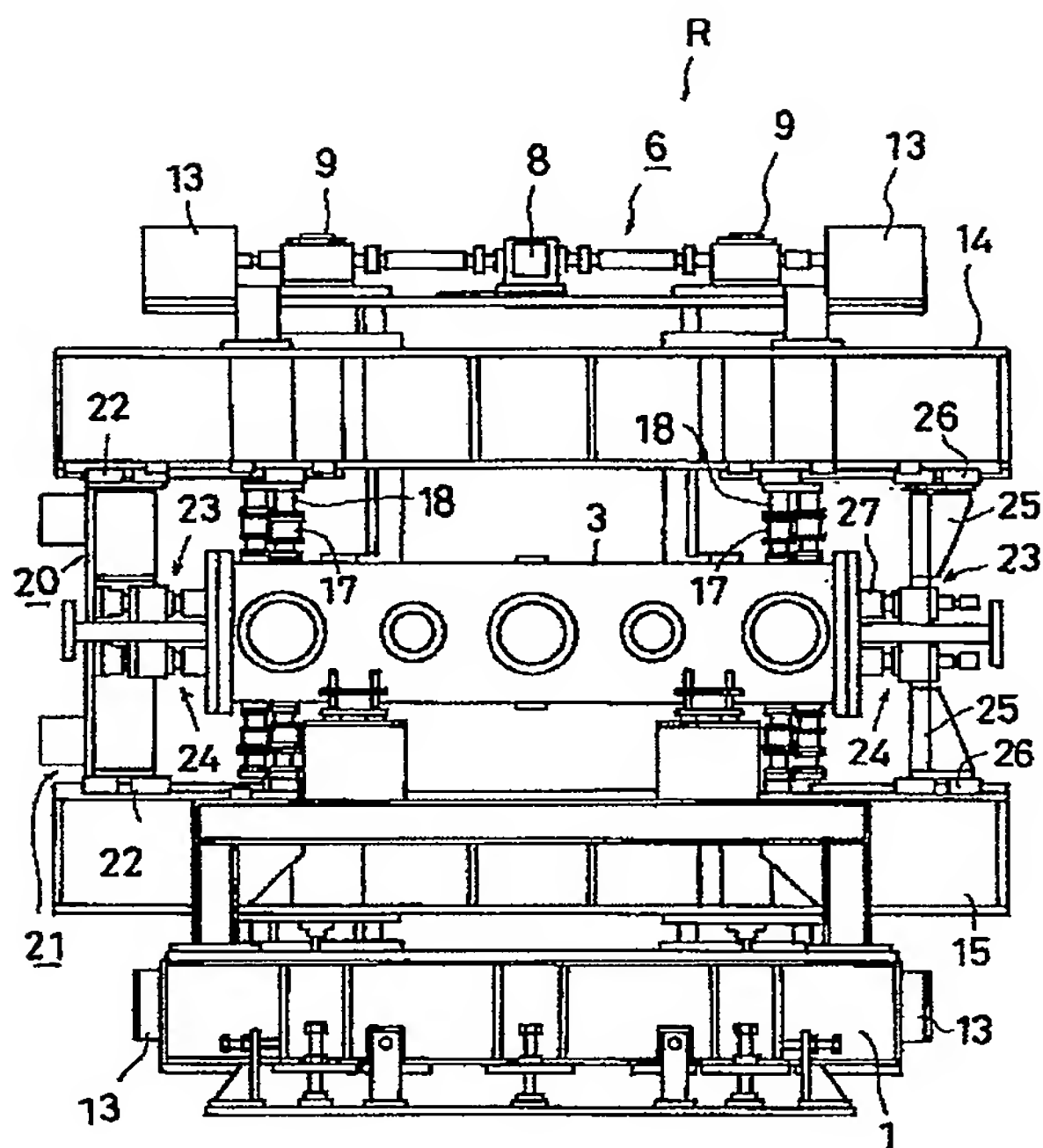
3 7 a 冷却水通過往路

3 7 b 冷却水通過復路

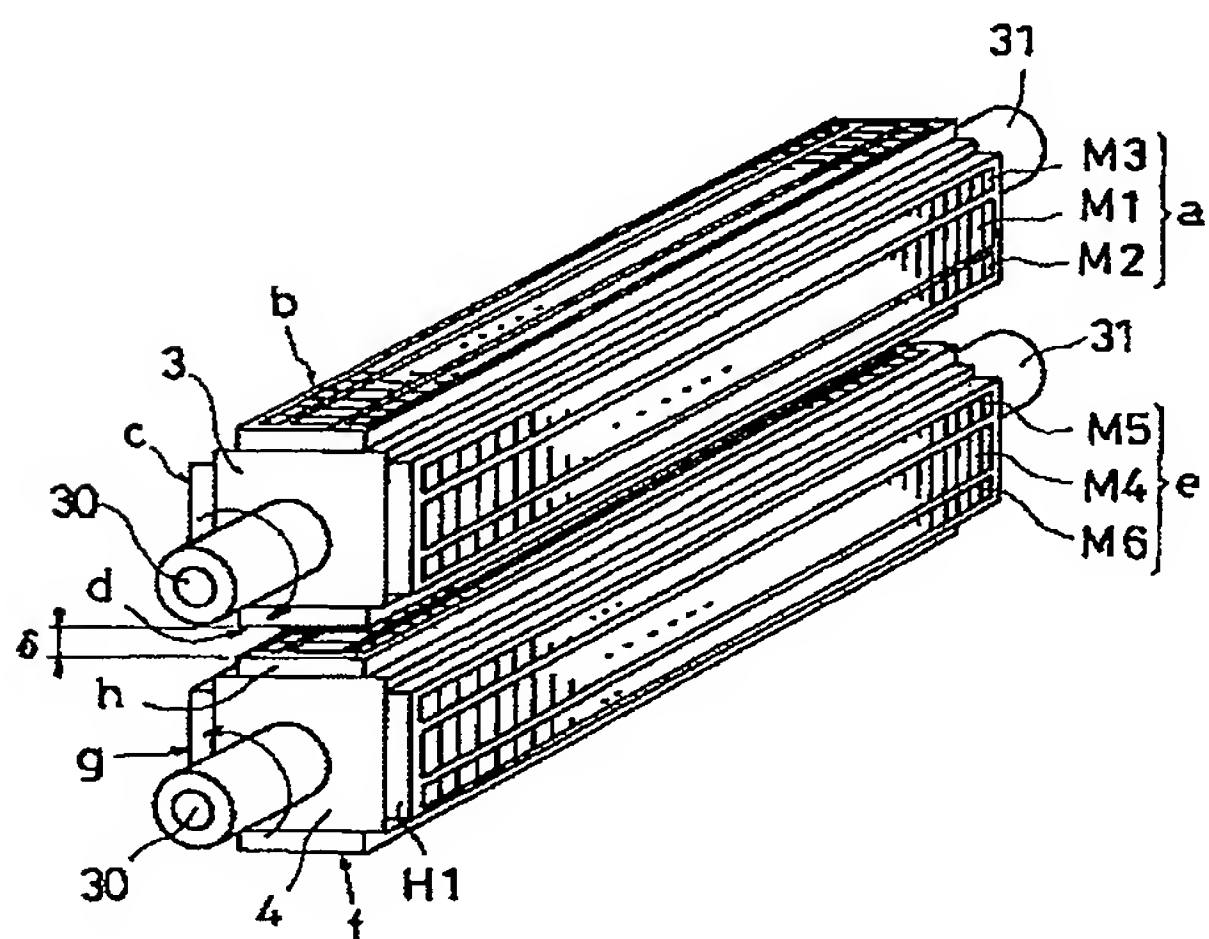
19

- 40 初段目真空軸シール室
41 二段目真空軸シール室
55 シールリング
73 ビーム路形状変換部
78 第1着脱装置

【図1】



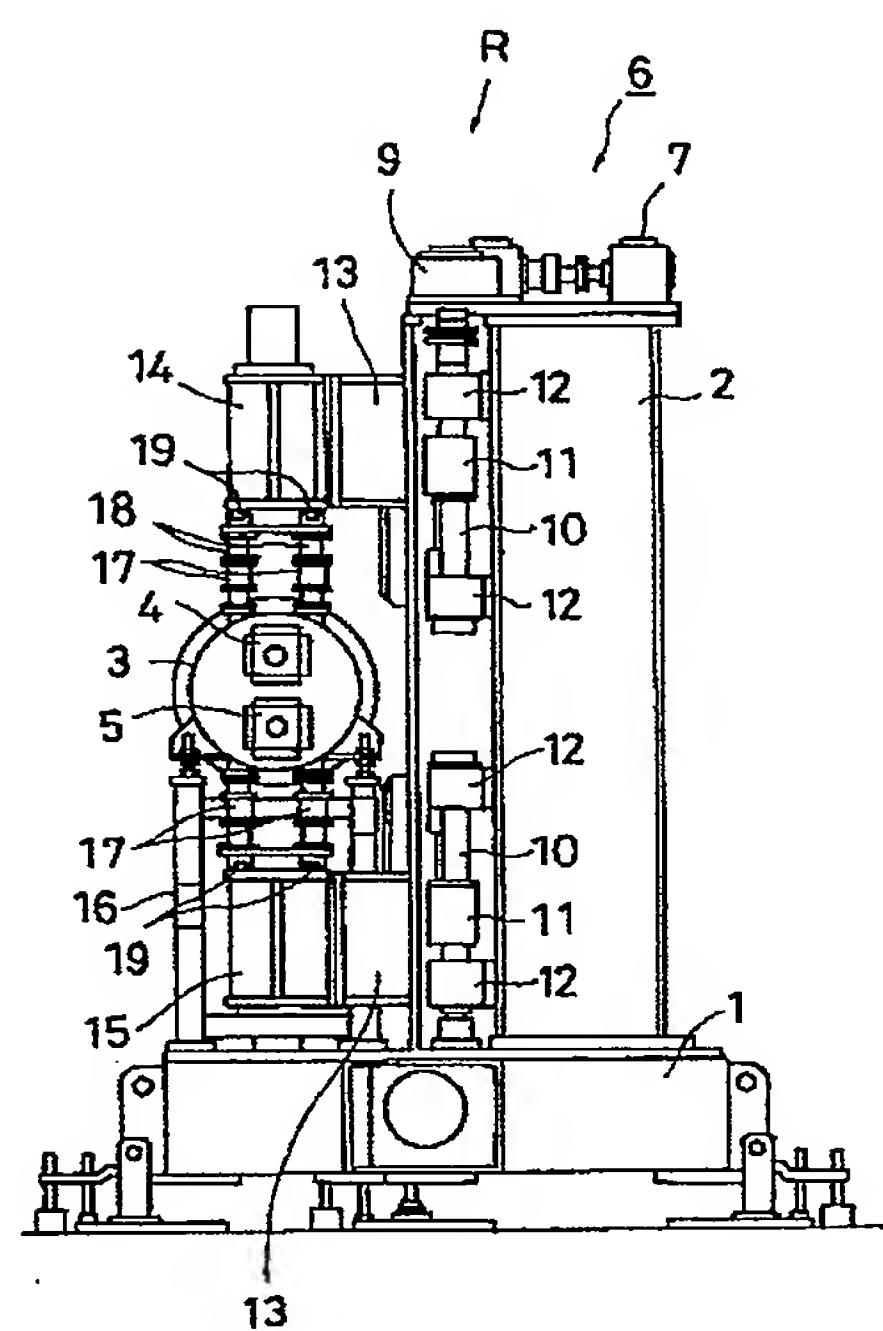
【図3】



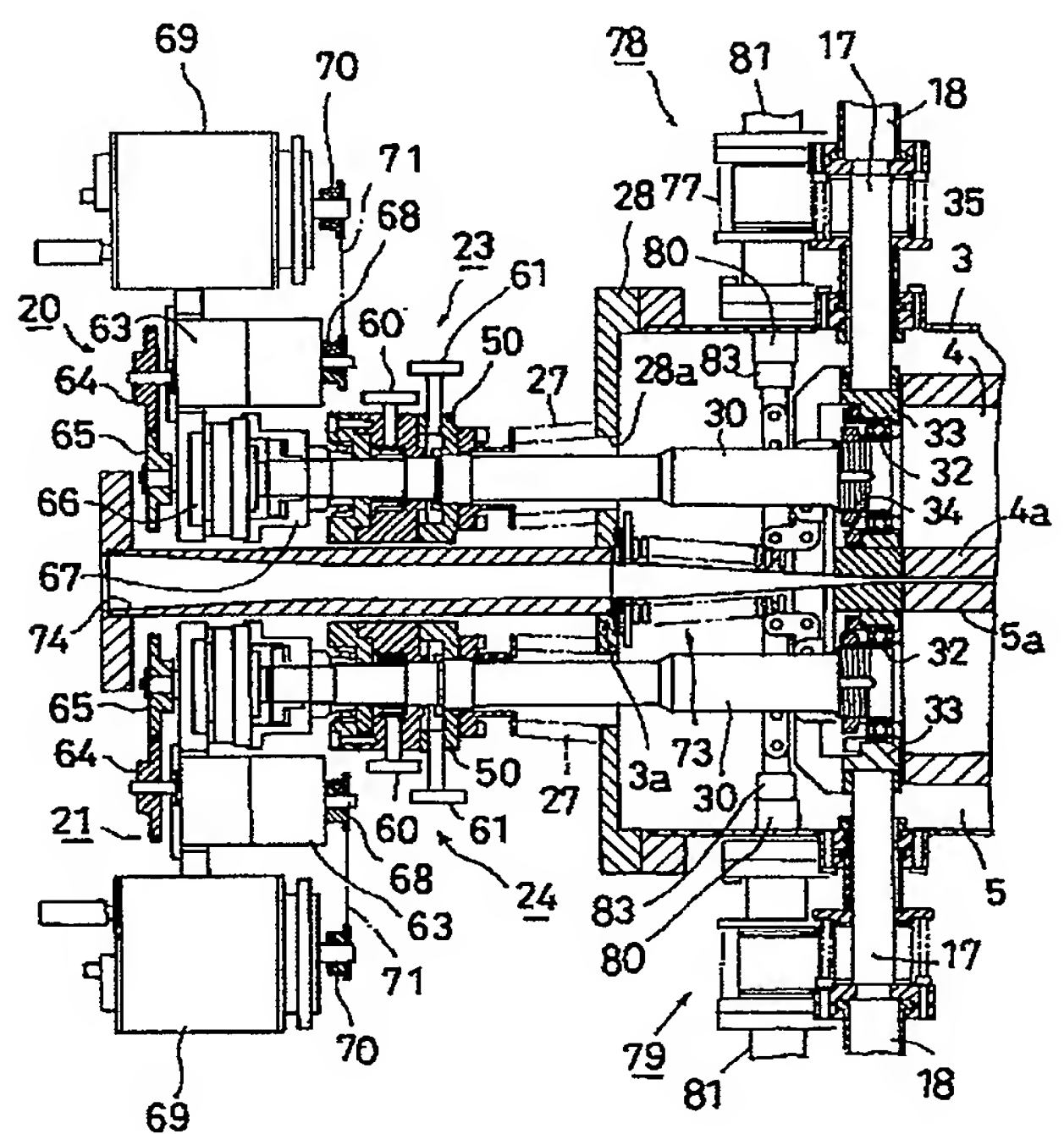
20

- 79 第2着脱装置
I 冷却水導入部
O 冷却水排出部
P リボルバー式挿入光源
 δ ギャップ間隔

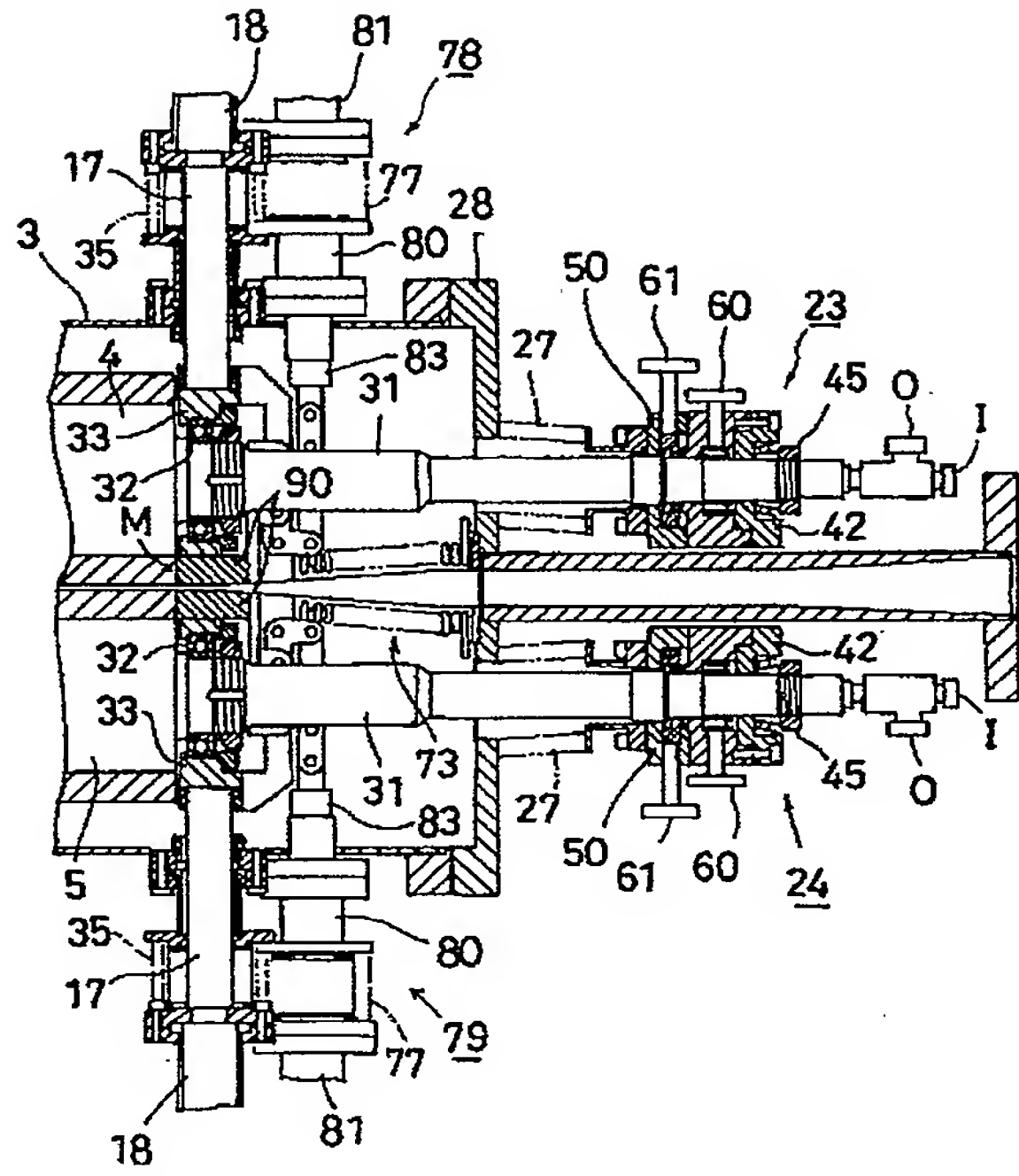
【図2】



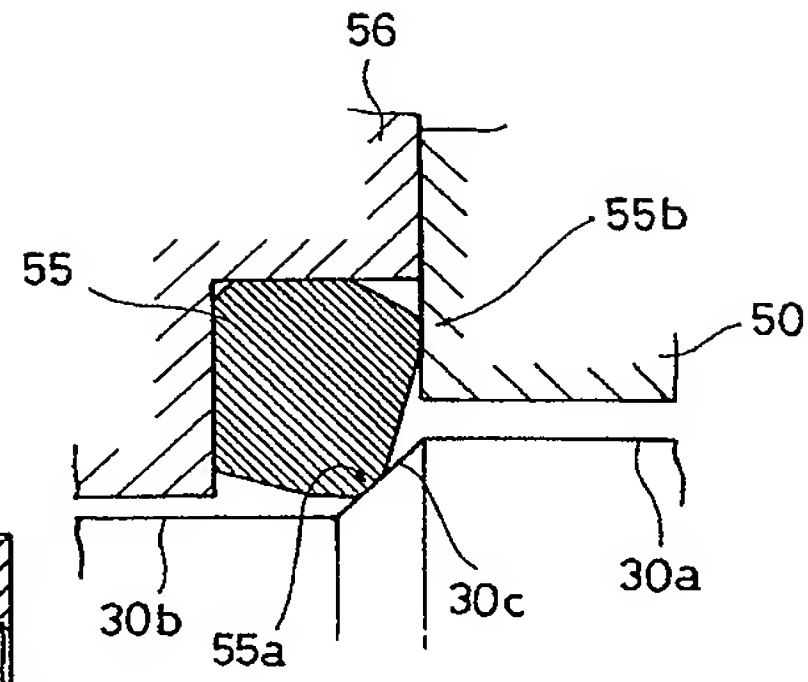
【図4】



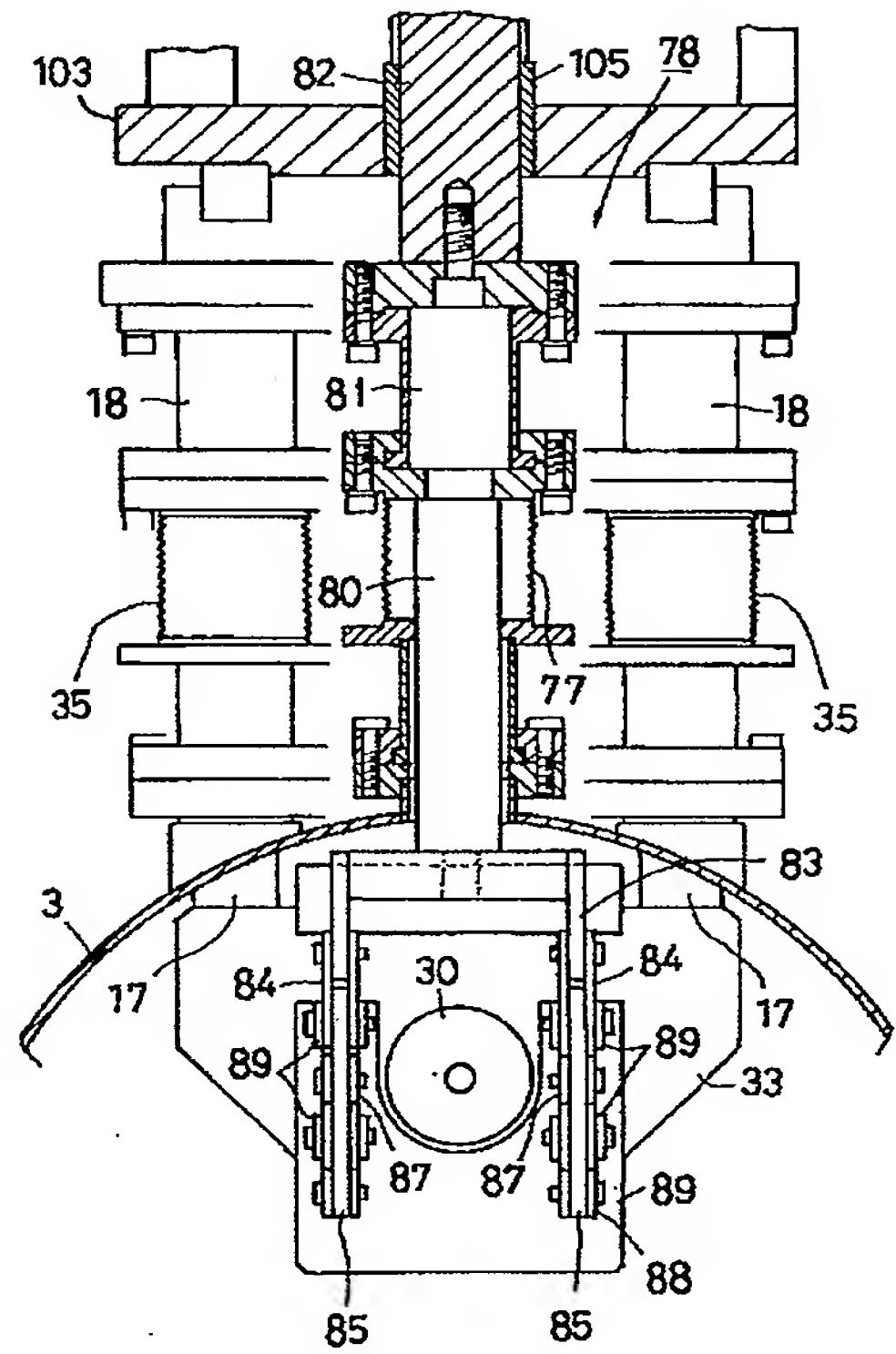
【図 5】



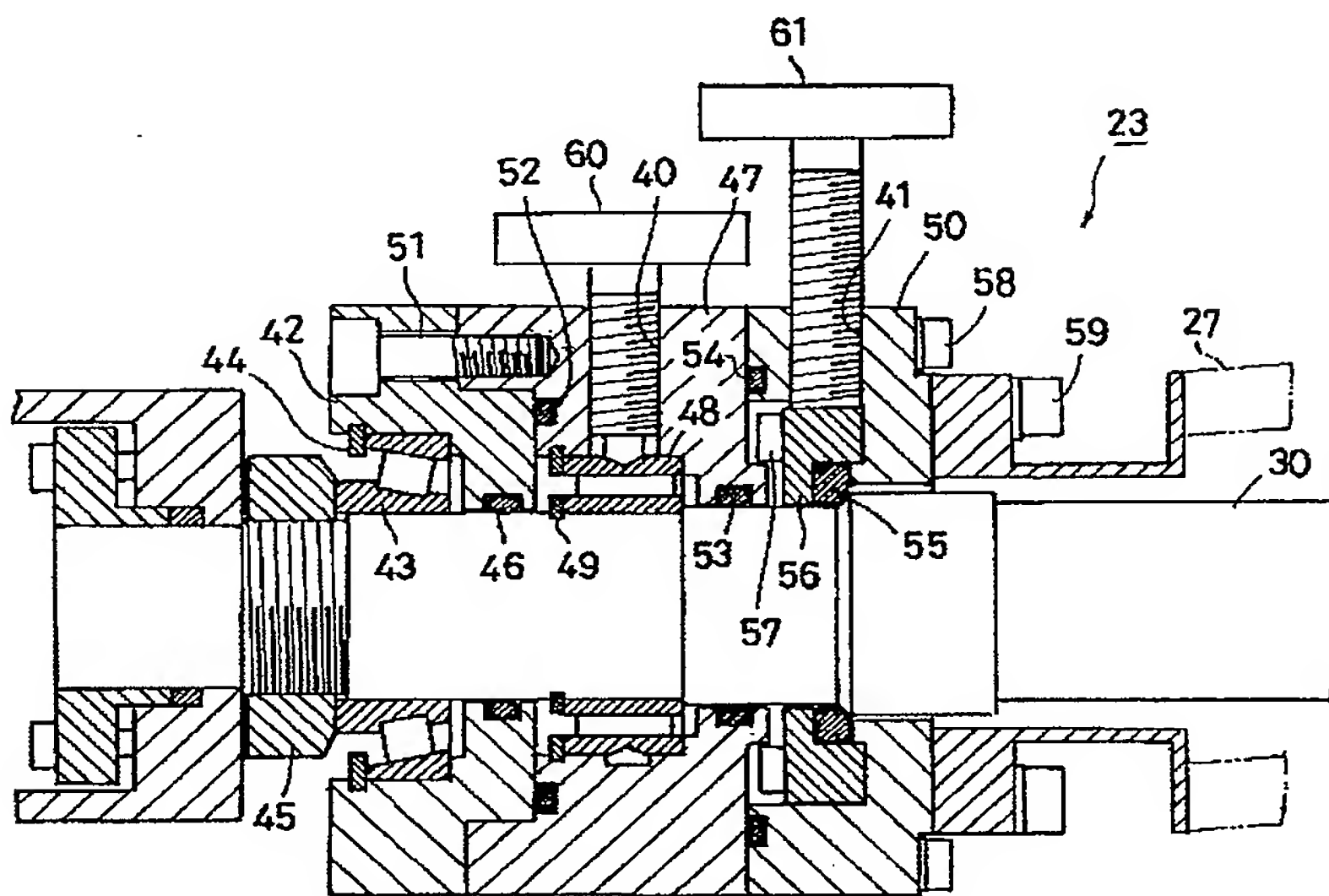
【図 7】



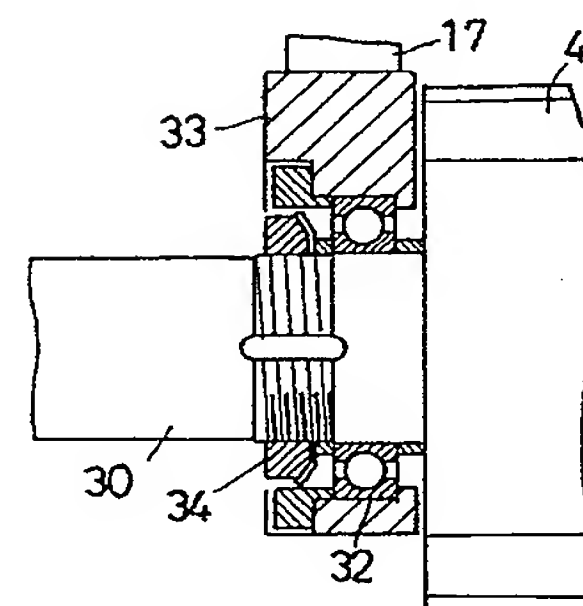
【図 8】



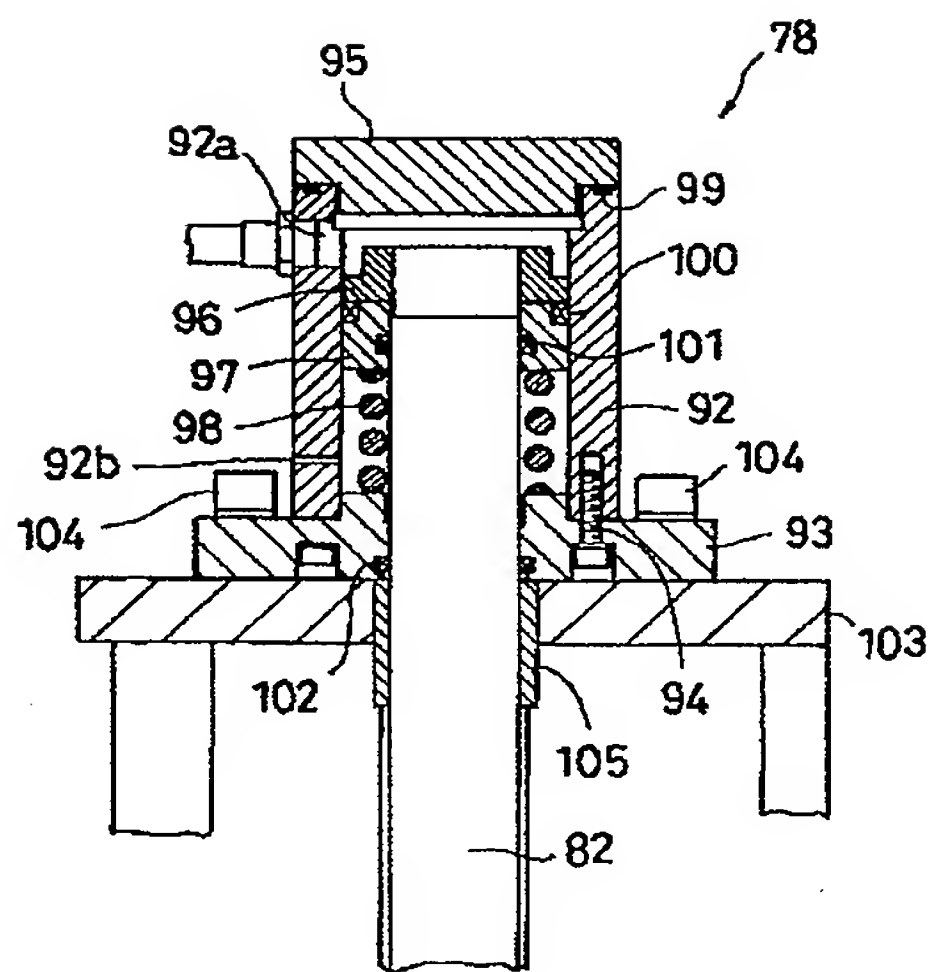
【図 6】



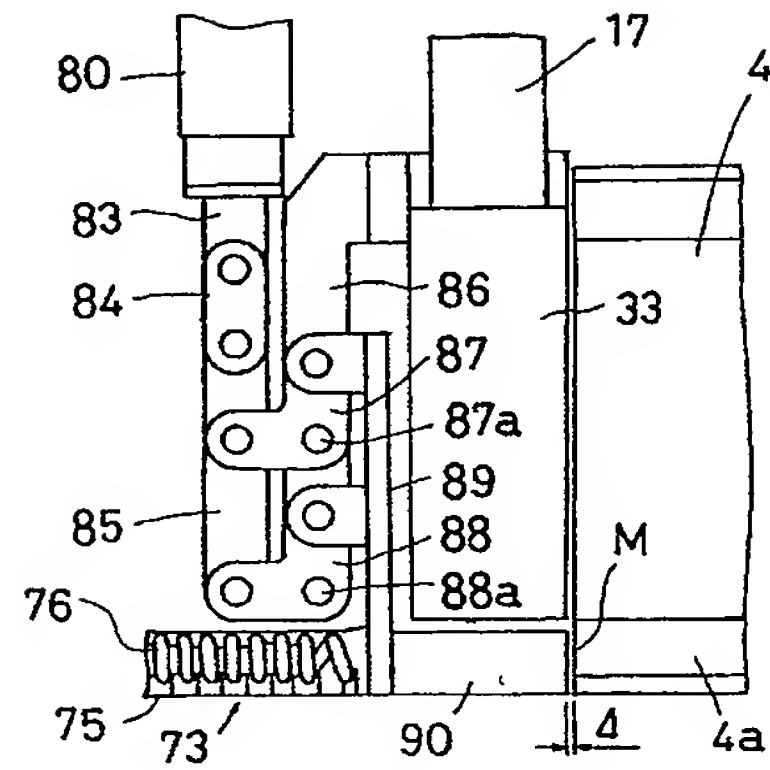
【図 10】



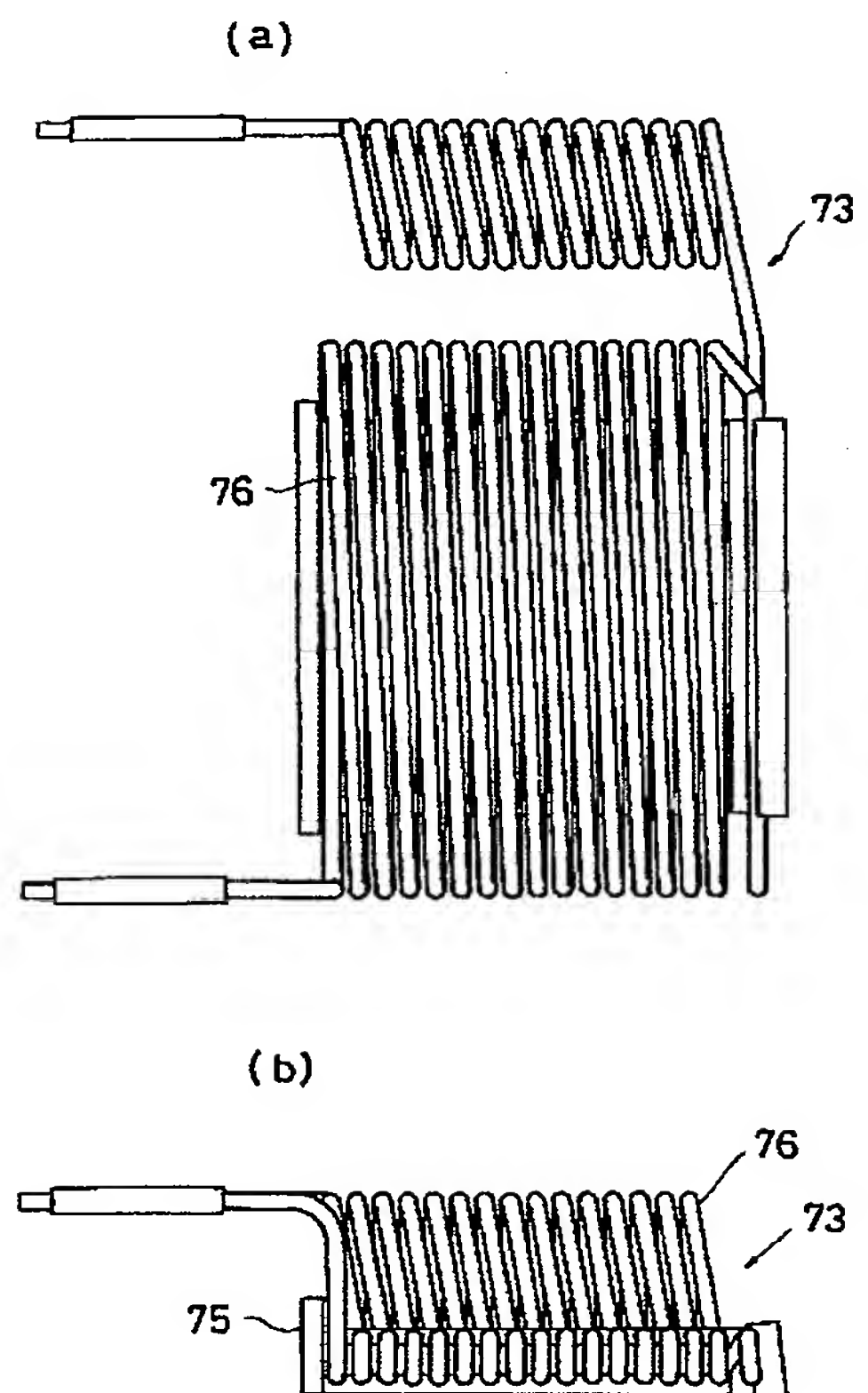
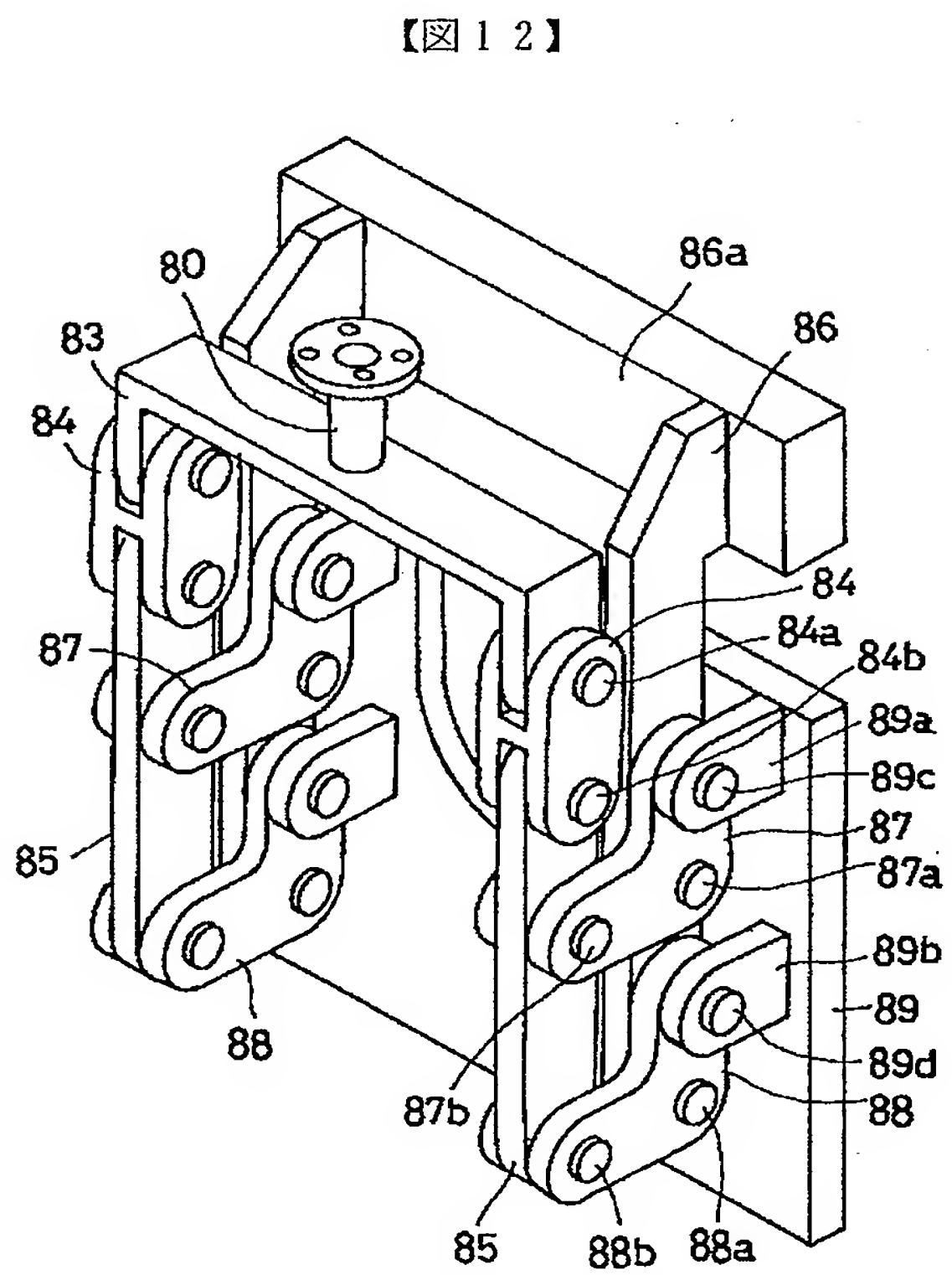
【図 9】



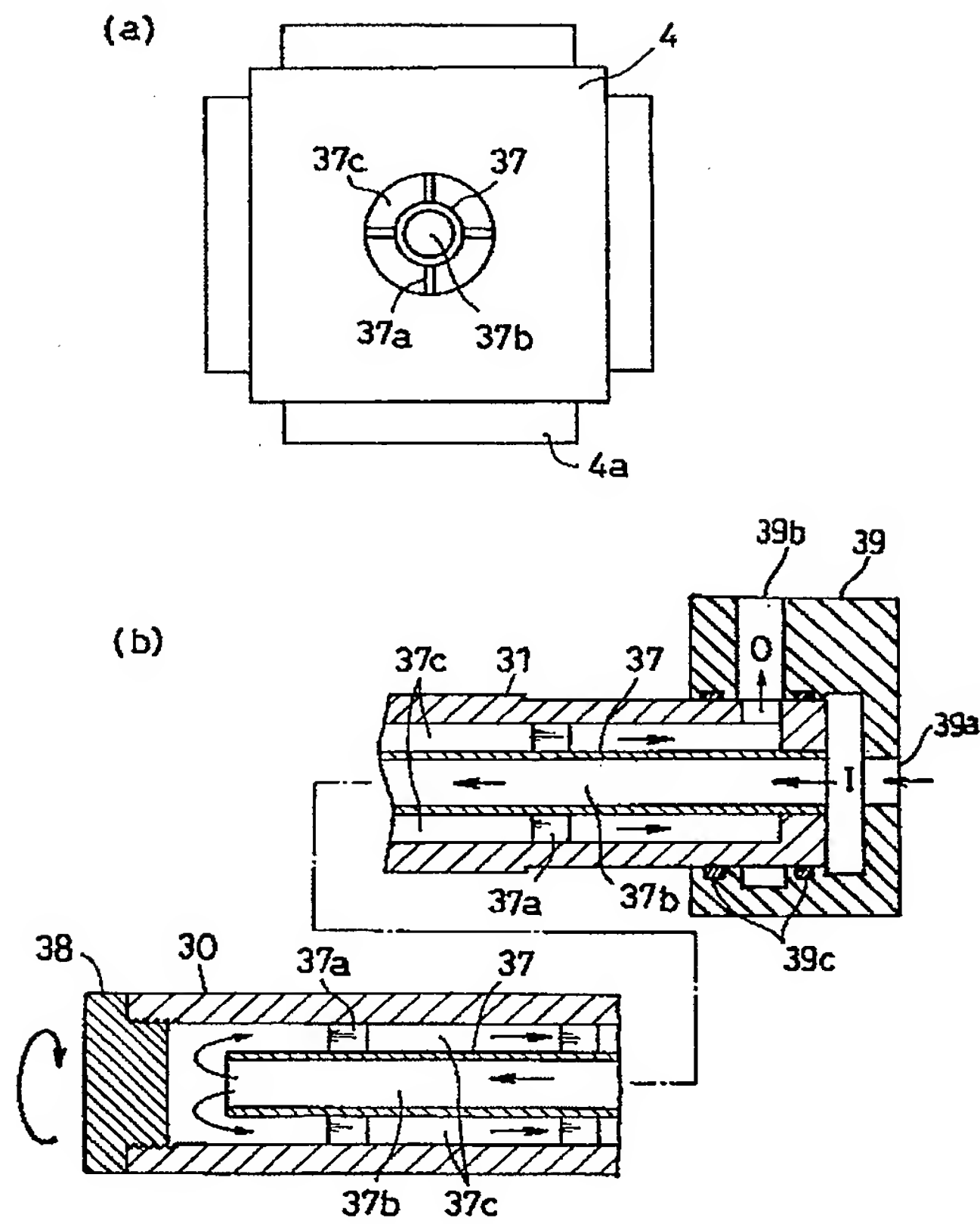
【図 11】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72) 発明者 北村 英男
兵庫県佐用郡三日月町三原323番地 3 理
化学研究所 播磨研究所内

(72) 発明者 岡田 重益
大阪府三島郡島本町江川 2 丁目15番17号
住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(72) 発明者 村上 豊
岡山県倉敷市玉島乙島8231番地 株式会社
住重テック内

F ターム (参考) 2G085 AA13 BC02 BC03 BC09 BC10
BD01 BD02 BD04 BE02 BE03
BE05 BE06 BE08 DB08 EA01